
Analisis Jaringan LTE Frekuensi 700 MHz dan 900 MHz Menggunakan Metode Dimensioning LTE

Ketty Siti Salamah, ST., MT
Fakultas Teknik/Teknik Elektro
Universitas Mercu Buana
Jakarta, Indonesia
kettysitisalamah@mercubuana.ac.id

Imelda Uli Vistalina, ST., MT
Fakultas Teknik/Teknik Elektro
Universitas Mercu Buana
Jakarta, Indonesia
imelda.simanjuntak0110@gmail.com

Julpri Andika, ST., M.Sc
Fakultas Teknik/Teknik Elektro
Universitas Mercu Buana
Jakarta, Indonesia
julpri.andika@mercubuana.ac.id

Abstrak— Upaya peningkatan layanan yaitu dengan mengimplementasikan teknologi yang lebih handal dari segi kecepatan akses maupun kapasitas serta ekspansi jangkauan. Teknologi Long Term Evolution (LTE) dapat menjadi jawaban atas kebutuhan tersebut. Pemanfaatan spektrum Digital Dividend dan LTE memungkinkan pembangunan broadband paling efisien, khususnya untuk menjangkau wilayah - wilayah yang sulit dijangkau. Implementasi LTE di pita frekuensi Digital Dividend menyediakan solusi paling ideal untuk mempercepat ketersediaan akses broadband yang terjangkau secara universal kepada seluruh masyarakat dalam rangka memenuhi target cakupan dan kapasitas. Model analisa yang digunakan berdasarkan prinsip network planning dengan menggunakan metoda capacity and coverage dimensioning untuk menentukan perancangan teknologi LTE dan menggunakan MATLAB untuk menghitung persamaan matematis. Penelitian ini bertujuan memberikan gambaran site yang diperlukan untuk penerapan teknologi LTE pada frekuensi 700 MHz dan 900 MHz. Dua skenario yang digunakan dan dibedakan dengan frekuensi 700 MHz dan 900 MHz dan bandwidth 5 MHz, 10 MHz, 15 MHz dan 20 MHz. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan perbandingan gambaran site yang diperlukan untuk penerapan teknologi LTE yang didapat pada frekuensi 700 MHz dan 900 MHz area Kota Bekasi.

Kata Kunci — *LTE, Digital Dividend, network planning, capacity and coverage dimensioning, MATLAB*

I. PENDAHULUAN

Kebutuhan akan layanan broadband di Indonesia semakin meningkat dan menuntut penyelenggara yaitu operator untuk menjaga kualitas layanan dengan cara menambah bandwidth atau menambah jumlah base transceiver station (BTS), maka perlu adanya penggunaan teknologi baru yang menawarkan efisiensi bandwidth, dan kecepatan akses data. Salah satu teknologi generasi ke-4 (4G) yang menawarkan efisiensi dan akses data berkecepatan tinggi adalah teknologi Long term Evolution (LTE).

LTE merupakan salah satu teknologi jaringan telekomunikasi generasi keempat (4G) yang dikembangkan oleh 3GPP dengan kemampuan pengiriman data mencapai kecepatan secara teoritis 100 Mbps untuk downlink dan 50 Mbps untuk uplink. Penelitian sebelumnya yang berjudul Analysis on 900 MHz And 1800 MHz LTE Network Planning in Rural Area memberikan gambaran site yang diperlukan

untuk penerapan teknologi LTE pada frekuensi 900 MHz dan 1800 MHz pada daerah rural. Implementasi LTE pada daerah rural membutuhkan perencanaan yang cermat. Indonesia sendiri sudah menerapkan LTE pada frekuensi 900 MHz dan 1800 MHz. Namun apakah frekuensi tersebut dapat menjangkau seluruh pengguna secara merata di daerah seperti rural atau tidak. Oleh karena itu perlu dilakukan pertimbangan untuk penggunaan frekuensi lain yaitu 700 MHz yang masih dipakai penyelenggara layanan penyiaran televisi.

Jumlah spektrum yang tersedia oleh adanya transisi penyiaran televisi terrestrial dari analog ke digital disebut digital dividend. Salah satu kelebihan digital dividend tersebut dapat digunakan untuk layanan non-penyiaran, seperti LTE. Spektrum dari digital dividend yakni 700 sangat cocok untuk daerah rural karena berdasarkan karakteristik propagasi spektrum, pada frekuensi tersebut layanan dapat digelar dengan jumlah BTS yang lebih sedikit, namun dengan radius jangkauan yang lebih luas.

Penelitian ini bertujuan memberikan gambaran site yang diperlukan untuk penerapan teknologi LTE pada frekuensi 700 MHz dan 900 MHz sehingga bisa menjadi pertimbangan dalam menggunakan frekuensi mana yang lebih efisien dan dapat memberikan manfaat pengetahuan terkait pemanfaatan frekuensi dari digital dividend yang digunakan untuk teknologi LTE yang akan mendatang.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Kajian Literatur

- 1) *LTE Technology Deployment Strategy for Mobile Telecom Operators: A Techno-Economic Analysis* oleh Teshome, Han, dan Duk.

Penelitian ini mengidentifikasi parameter yang mempengaruhi migrasi dari nilai utama jaringan untuk LTE. Penelitian ini menganalisa teknologi teknik dimensioning pada operator telekomunikasi. Model analisa dilakukan dengan pendekatan Tekno ekonomi. Monopoli dan kompetitif pada skenario operator untuk penyebaran analisis LTE dan analisis komparatif dari kelayakan pada dua skenario ini yang dilakukan selama periode 7 tahun.

Sebuah pangsa pasar kurang dari 10% ditemukan sulit untuk bermigrasi ke LTE dalam periode 7 tahun penyebaran karena persaingan dari pelaku pasar yang signifikan, khususnya ketika jumlah pelanggan terlalu rendah.

2) Analysis on 900 MHz And 1800 MHz LTE Network Planning in Rural Area oleh Ari, Uke, dan Tody.

Penelitian ini bertujuan memberikan gambaran site yang diperlukan untuk penerapan teknologi LTE pada frekuensi 900 MHz dan 1800 MHz pada daerah rural. Implementasi LTE pada daerah rural membutuhkan perencanaan yang cermat. Dalam proses perencanaan, operator akan mempertimbangkan masalah kapasitas karena jumlah pelanggan pada daerah rural tidak sebanyak daerah urban. Proses perencanaan jaringan radio melalui dua tahap yaitu yang pertama coverage planning dan yang kedua capacity planning (capacity dimensioning). Lokasi objek penelitian di Cisarua, Bandung. Cisarua dipilih karena memenuhi kriteria dari rural.

3) Cell Coverage Evaluation for LTE and WiMAX in Wireless Communication System.

Penelitian ini mengevaluasi area cakupan sel untuk teknologi LTE dan WiMAX secara teoritis untuk berbagai frekuensi dan lingkungan dalam sistem komunikasi nirkabel. Evaluasi dilakukan berdasarkan model propagasi COST HATA231, yang cocok untuk LTE di berbagai lingkungan. Berdasarkan model ini penulis menentukan radius sel dan area cakupan di bawah beberapa aplikasi dunia nyata untuk berbagai benua di dunia sesuai spektrum berlisensi. Kemudian membandingkan radius sel yang diperoleh dalam kasus LTE dan WiMAX di bawah lingkungan dan frekuensi yang berbeda. Radius sel tersebut diperoleh dengan menggunakan simulator yaitu MATLAB. Hasil perbandingan menyatakan bahwa teknologi LTE tidak hanya mencakup area namun juga menyediakannya kecepatan tinggi, QoS yang lebih baik.

B. Long Term Evolution (LTE)

Long Term Evolution merupakan teknologi standard 3GPP, evolusi dari teknologi GSM dan UMTS. Data rate yang ditawarkan LTE lebih besar dibandingkan teknologi sebelumnya. Adapun kelebihan dari LTE adalah sebagai berikut:

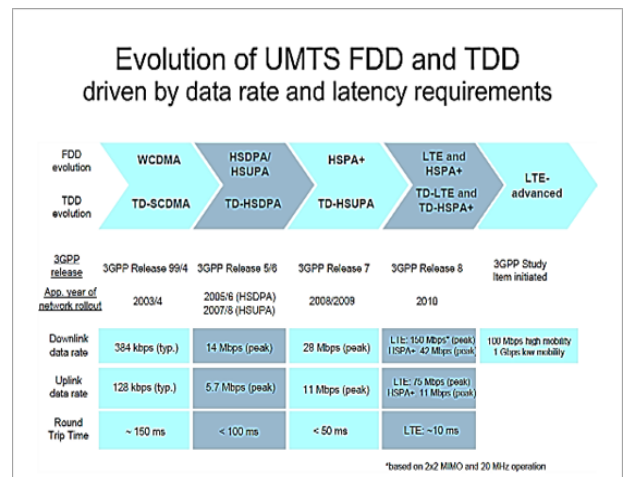
- a. Latency/delay lebih rendah
- b. Data rate lebih tinggi
- c. Meningkatkan kapasitas dan coverage
- d. Cost-reduction

Teknologi WCDMA yang mulai dibangun jaringannya tahun 2003/2004 mempunyai data rate mencapai 384 kbps untuk downlink dan 128 kbps untuk uplink dengan round trip time 150 ms. Pada tahun 2005/2006 muncul teknologi baru

yaitu High Speed Downlink mencapai 14 Mbps dan uplink sebesar 5.7 Mbps. Kemudian tahun 2008/2009 3GPP merelease teknologi HSPA+ dengan data rate mencapai 28 Mbps untuk downlink dan 11 Mbps untuk uplink. Pada tahun 2010 muncul teknologi yang terbaru yaitu Long Term Evolution (LTE) dengan data rate mencapai 150 Mbps.

Koneksi super cepat inilah kelebihan dari LTE. Kecepatan yang tidak kalah dengan koneksi DSL. Dengan kemampuan ini, LTE tidak hanya menguntungkan bagi perangkat mobile, tetapi juga bagi home user. Berkat transmisi yang saat ini berkecepatan 100 Mbps (setara WLAN), home user tidak membutuhkan koneksi telepon lagi. Jangkauan LTE pun lebih jauh sehingga koneksi telepon akan hanya menjadi cadangan.

Keunggulan lain dari LTE adalah bila koneksi LTE terlalu lambat, sinyalnya dapat dialihkan ke jaringan teknologi lain, seperti GSM, UMTS, dan teknologi mobile lainnya. Agar LTE menjangkau seluruh wilayah, teknologi ini menggunakan rentang channel yang cukup lebar, mulai dari 1,4 MHz sampai 20 MHz. Jadi, teknologi ini dapat memenuhi regulasi yang telah ditentukan di setiap Negara. Jaringan LTE komersial pertama sudah ditawarkan di Swedia.



Gambar 1 Evolusi UMTS FDD dan TDD berdasarkan Data Rate dan Latency

Para ahli menyimpulkan bahwa dengan bandwidth mulai dari 80 Mbps sampai 150 Mbps sudah cukup untuk sebagian besar pengguna Internet. Paling tidak untuk permulaan, karena rencananya kecepatan *download* teknologi LTE mencapai 300 Mbps. Untuk memperoleh kecepatan ini, diperlukan transmisi yang bebas interferensi. Untuk itu pengembang mengkombinasikannya dengan beberapa teknologi, seperti MIMO, QAM dan OFDM yang menggunakan beberapa antenna sekaligus untuk memancarkan dan menerima sinyal. Selain itu, teknologi ini pun memungkinkan *bitrate* yang lebih besar. Paket data dikirim ke *user* melalui *Internet Protocol* (IP), seperti pada koneksi DSL.

Kecepatan ini dapat dicapai dengan menggunakan *Orthogonal Frequency Division Multiplexing* (OFDM) pada *downlink* dan *Single Carrier Frequency Division Multiplex* (SC-FDMA) pada *uplink*, yang digabungkan dengan penggunaan MIMO. Nantinya seluruh jaringan pada teknologi LTE akan berbasis *Internet Protocol* (IP) atau disebut juga *All IP Network* (AIPN). Jadi, teknologi LTE sangat mirip dengan WLAN. Dan LTE tidak kalah dengan *WiMax* yang sedang dikembangkan terutama di India dan Afrika dan hanya berfungsi sebagai akses internet saja.

C. Digital Dividend

Menurut (Oxford Dictionaries), *dividend* didefinisikan sebagai sejumlah uang yang dibayar secara berkala (biasanya per tahun) oleh perusahaan kepada para pemegang saham yang berasal dari keuntungan (atau cadangan) perusahaan. *Dividend* bisa juga diartikan sebagai sebuah imbalan uang (pengembalian) untuk investasi yang diharapkan, kadang-kadang diperoleh pada akhir siklus bisnis. Sedangkan *digital dividend* didefinisikan sebagai jumlah spektrum yang tersedia oleh adanya transisi penyiaran televisi terrestrial dari analog ke digital.

Digital dividend terjadi apabila TV analog sudah bermigrasi semua ke TV digital. TV analog menggunakan bandwidth sebesar 328 MHz. Namun setelah proses digitalisasi, bandwidth TV digital menjadi lebih sempit yaitu sebesar 192 MHz. Dengan demikian ada lokasi bandwidth sebesar 112 MHz dan 24 MHz yang tersisa dari peninggalan TV analog tersebut. Bandwidth sebesar 112 MHz tersebut dialokasikan untuk digital dividend, sedangkan bandwidth 24 MHz untuk kanal reserve.

Kelebihan *digital dividend* tersebut dapat digunakan berbagai keperluan, antara lain:

- 1) Meningkatkan jumlah layanan penyiaran televisi digital terrestrial.
- 2) Meningkatkan cakupan wilayah (*Coverage*) transmisi televisi digital.
- 3) Digunakan untuk layanan televisi digital yang dapat diterima pada perangkat genggam (contoh: DVB-H).
- 4) Meningkatkan kualitas gambar dan suara, khususnya pada *High Definition TV*.
- 5) Digunakan untuk layanan non-penyiaran, seperti *Wimax*, UMTS, LTE dan sebagainya.

Keuntungan yang diperoleh oleh customer dengan adanya digitalisasi penyiaran adalah sebagai berikut:

- 1) Pemilihan program TV lebih banyak
- 2) Kualitas gambar dan suara TV lebih bagus
- 3) Flexible digunakan baik untuk portable maupun mobile

- 4) Meningkatkan layanan informasi termasuk electronic programming guide
- 5) Meningkatkan inovasi dan kompetisi market

Keuntungan yang diperoleh industri dengan adanya digitalisasi penyiaran adalah sebagai berikut:

- 1) Harga kanal lebih murah bagi industri penyiaran
- 2) Adanya layanan baru (*Pay-TV*)
- 3) Jaringan *transmitter* baru
- 4) *Receiver devices* yang baru (*set top box*)
- 5) Munculnya teknologi baru

D. MATLAB

MATLAB merupakan sebuah bahasa pemrograman dengan (high-performance) kinerja tinggi untuk komputasi mengenai permasalahan teknik. Matlab menggabungkan komputasi, visualisasi, dan pemrograman dalam suatu model yang sangat mudah untuk pakai, dimana masalah-masalah dan penyelesaiannya gambarkan dalam notasi matematika yang mudah dikenal.

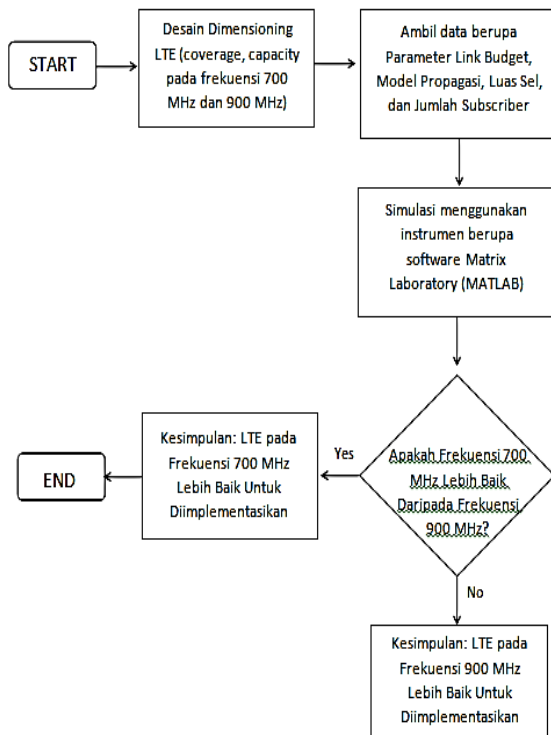
III. TUJUAN DAN MANFAAT

Tujuan penelitian ini adalah memberikan perbandingan gambaran site yang diperlukan untuk penerapan teknologi LTE pada frekuensi 700 MHz dan 900 MHz. Dengan penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat pengetahuan terkait pemanfaatan frekuensi dari digital dividend yang digunakan untuk teknologi LTE yang akan mendatang..

Manfaat dari riset ini adalah mmemberikan pengetahuan terkait pemanfaatan frekuensi dari digital dividend yang digunakan untuk teknologi LTE yang akan mendatang.

IV. METODE RISET

A. DIAGRAM ALIR PENELITIAN



Gambar 2 Diagram Alir Penelitian

B. LANGKAH KERJA PENELITIAN

Berikut adalah langkah kerja yang akan dilaksanakan pada penelitian ini.

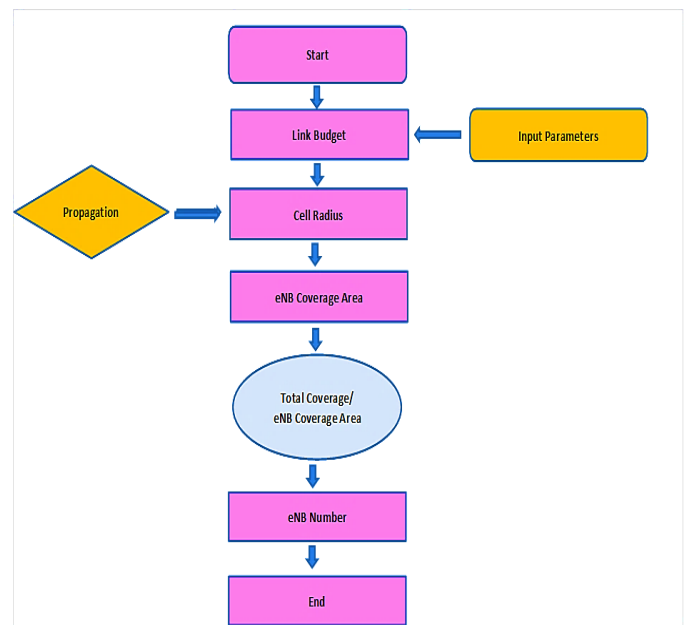
- Tahap desain adalah tahap mendesain dimensioning pada LTE dari segi cakupan luas area dimana sinyal dapat diterima oleh user atau receiver dan dari segi kapasitas menawarkan kemampuan jaringan untuk menyediakan layanan pada user dengan kualitas yang bagus.
- Tahap pengambilan data adalah tahap mengumpulkan data dengan menggunakan metode observasi atau pengamatan, yaitu mengamati hasil perhitungan atau simulasi yang ada berupa Parameter Link Budget, Model Propagasi, Luas Sel dari segi cakupan area dan Jumlah Subscriber dari segi kapasitas pengguna layanan LTE.
- Tahap simulasi adalah tahap simulasi yang menggunakan instrumen berupa software Matrix Laboratory (MATLAB). Ada beberapa parameter yang berpengaruh pada hasil simulasi, diantaranya adalah prediksi jumlah pelanggan, Luas area

perencanaan, Maximum Allowable Path Loss (MAPL), Jumlah eNode B, Luas cakupan, Jumlah daya yang dipancarkan, dan Model Propagasi.

- Tahap analisis yang digunakan adalah analisis komparasi hasil data yang telah didapat dari perhitungan dengan menggunakan software Matlab dan dengan penghitungan manual.
- Tahap kesimpulan adalah tahapan dengan menarik kesimpulan atas hasil data dan analisa yang didapat.

Dalam penelitian ini digunakan metode capacity planning and coverage planning untuk melakukan perencanaan dimensioning teknologi LTE. Dari metode tersebut akan diperoleh kapasitas dan jangkauan jaringan LTE yang kemudian dapat dijadikan acuan untuk memperoleh jumlah base station yang dibutuhkan untuk mampu menangani prediksi trafik dan luas geografis layanan.

Coverage Planning, digunakan untuk mengetahui jumlah base station atau eNodeB yang dibutuhkan untuk mampu menangani trafik dan wilayah cakupan area yang ada. Perhitungan coverage planning menghitung area dimana sinyal dapat diterima oleh user atau receiver. Hal ini menunjukkan maksimum area yang dapat dicover oleh Base Station. Coverage planning termasuk radio link budget (RLB) dan analisis coverage. Diagram alir LTE coverage planning dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 3 Diagram Alir LTE Coverage Planning

Perhitungan radio link budget membutuhkan parameter baik daya pancar, gain antenna, signal-to-noise ratio, dan lain-

lain. Parameter yang digunakan untuk menghitung MAPL mengacu pada ECC report dan Huawei.

Perhitungan link budget pada arah uplink bertujuan untuk mendapat nilai Maximum Allowable path Loss (MAPL), yaitu nilai path loss maksimum yang diperbolehkan antara transmitter dan receiver untuk memperoleh Signal-to-Noise Ratio (SNR) minimum yang dibutuhkan untuk mencapai kualitas yang mencukupi dengan turut memperhatikan soft handover dan log-normal fading. Link budget arah uplink merupakan perhitungan link budget dari User Equipment (UE) sebagai transmitter ke arah Base Station (BS) sebagai receiver. Link budget arah downlink merupakan perhitungan link budget dari Base Station (BS) sebagai transmitter ke arah User Equipment (UE) sebagai receiver.

Model propagasi yang digunakan untuk menghitung path loss pada frekuensi 700 MHz dan 900 MHz dalam penelitian ini adalah model Okumura Hatta. Berikut ini merupakan persamaan-persamaan model Okumura Hatta untuk masing-masing karakteristik wilayah.

Urban, Sub Urban, Rural

$$Lu : 69,55 + 26,16 \log f - 13,82 \log H_b + (44,9 - 6,55 \log H_b - 0 H_b) / \log d$$

$$a(Hr) : (1,1 \log f - 0,7) Hr - (1,56 \log f - 0,8)$$

$$Total : Lu - a(Hr)$$

Dense Urban

$$Lu : 69,55 + 26,16 \log f - 13,82 \log H_b + (44,9 - 6,55 \log H_b - 0 H_b) / \log d$$

$$a(Hr) : 3,2 \log 2 (11,75 Hr) - 4,97$$

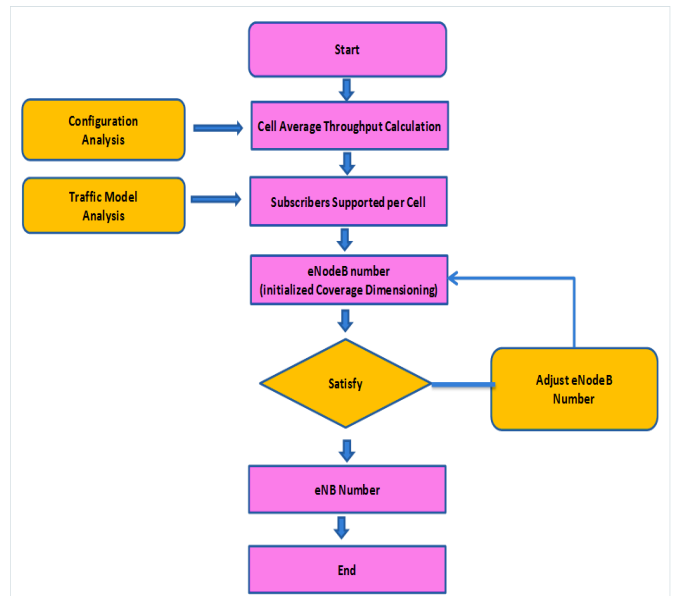
$$Total : Lu - a(Hr)$$

Keterangan :

- Lu : Redaman lintasan
- f : Frekuensi (MHz)
- Hb : Ketinggian antenna BTS
- Hr : Ketinggian antenna mobile
- a(Hr) : Faktor koreksi antenna mobile

Berdasarkan rumus diatas maka diperoleh d (jarak antara Base Station dan Mobile Station) yang menentukan besarnya cell radius, dengan diketahui Maximum path loss (MAPL) atau Lu.

Tujuan dari LTE capacity planning adalah untuk memperoleh PS throughput yang didukung jaringan berdasarkan pada bandwidth yang tersedia dan kondisi kanal tiap user. Capacity planning menawarkan kemampuan jaringan untuk menyediakan layanan pada user dengan kualitas yang bagus. Adapun tahapan dari capacity dimensioning adalah sebagai berikut gambar berikut:



Gambar 4 Diagram Alir LTE Capacity Dimensioning

Tahapan Capacity Planning:

- a. Perhitungan cell average throughput dengan persamaan sebagai berikut:

$$\text{Cell average Throughput} = \text{cell bandwidth} \times \text{spectral efficient}$$

- b. Subscriber supported per cell

Untuk menentukan jumlah subscriber yang bisa ditampung satu sel, terlebih dahulu menentukan model trafik yang digunakan. Setelah ditentukan model trafik, maka akan diperoleh single user throughput yang kemudian akan diperoleh jumlah subscriber per cell.

Untuk selanjutnya, langkah – langkah yang dilakukan sebagai berikut:

DL Cell Average Capacity	a. (Mbps)
Busy Hour DL Cell Loading	b. (%)
DL Cell Capacity in BH	c. a x b (Mbps)
Peak to Average Ratio	d. (%)
BH DL Throughput/Sub.	e. (Kbps)
Sector Number/site	f.

c. Menentukan jumlah eNode B

Jumlah eNodeB diperoleh dari persamaan sebagai berikut:

$$\text{eNode B Number} = \frac{\text{Total subscribers}}{\text{jumlah subscriber persite}}$$

Parameter trafik mengacu pada LTE Radio Network Planning, Huawei.

V. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengumpulan Data

Seperti yang sudah dijelaskan pada bab 4, untuk perhitungan link budget coverage planning mengacu pada ECC report dan Huawei.

Tabel 1 MAPL untuk arah uplink

Frekuensi	Bandwidth			
	5MHz	10MHz	15MHz	20MHz
700 MHz	159.8	156.78	155.02	153.77
900 MHz	160.3	157.28	155.52	154.27

Tabel 2 MAPL untuk arah downlink

Frekuensi	Bandwidth			
	5MHz	10MHz	15MHz	20MHz
700 MHz	172.5	169.48	167.72	166.47
900 MHz	173	169.98	168.22	166.97

Berdasarkan tabel 1 dan 2 terlihat bahwa semakin besar frekuensi yang digunakan, semakin besar MAPL nya. Hal ini disebabkan gain antenna untuk frekuensi 900 MHz lebih besar jika dibanding dengan gain antenna yang digunakan untuk frekuensi 700 MHz. Besarnya MAPL juga dipengaruhi oleh besarnya bandwidth yang digunakan. Semakin besar bandwidth yang digunakan, semakin kecil MAPL nya. Hal ini disebabkan oleh besarnya receiver noise berbeda tergantung pada bandwidth yang digunakan.

Setelah diperoleh Maximum Allowed Path Loss, kemudian dilakukan perhitungan untuk memperoleh besarnya jarak antara eNodeB terhadap Mobile Station (MS). Model propagasi yang digunakan untuk link budget menggunakan Okumura Hata. Adapun jarak antara MS terhadap eNodeB pada arah uplink dengan frekuensi 700 & 900 MHz dapat dilihat pada Gambar berikut:

```

Command Window
>> hb1 = 30;
fc = 700;
L = 155.02

( L - (69.55 + 26.16*log10(fc)-13.82*log10(hb1))) / (44.9 - 6.55*log10(hb1))

L =

155.0200

ans =

0.8930
    
```

Gambar 5 Jarak MS ke e-Node-B Frekuensi 700 MHz dengan bandwidth 15 MHz (uplink).

```

Command Window
>> hb1 = 30;
fc = 900;
L = 155.52

( L - (69.55 + 26.16*log10(fc)-13.82*log10(hb1))) / (44.9 - 6.55*log10(hb1))

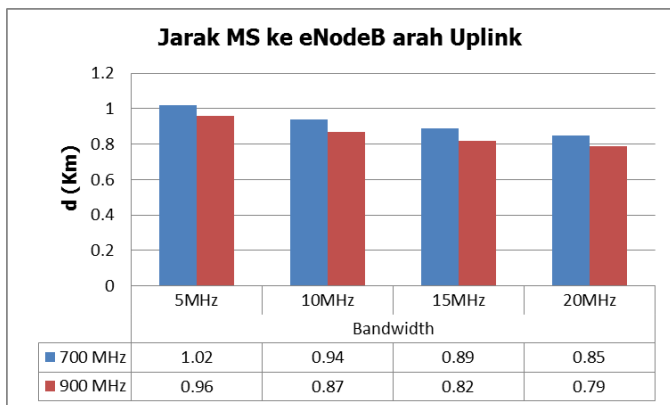
L =

155.5200

ans =

0.8261
    
```

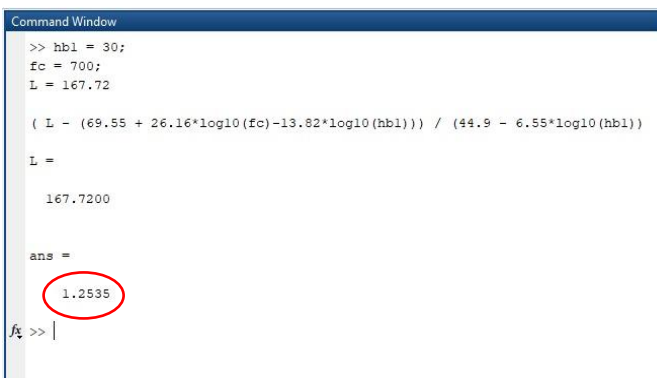
Gambar 6 Jarak MS ke e-Node-B Frekuensi 900 MHz dengan bandwidth 15 MHz (uplink).



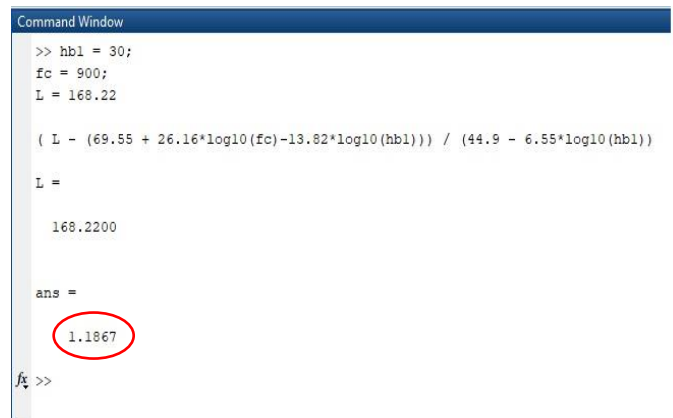
Gambar 7 Jarak MS ke eNodeB arah Uplink

Gambar 7 diatas menunjukkan semakin besar frekuensi yang digunakan, semakin kecil jangkauan sinyal dari MS ke eNodeB. Demikian pula untuk bandwidth yang digunakan, semakin besar bandwidth yang digunakan, semakin kecil jarak antara MS ke eNodeB.

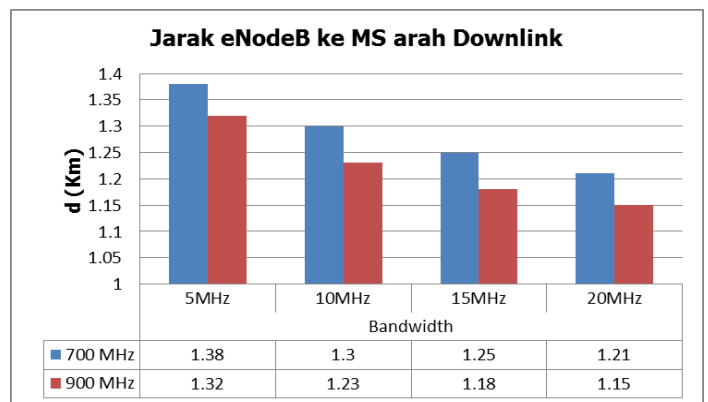
Adapun besarnya jarak antara eNodeB terhadap MS pada arah downlink dengan frekuensi 700 & 900 MHz dapat dilihat pada Gambar 8 dan 9. Dari Gambar tersebut terlihat bahwa semakin besar frekuensi yang digunakan semakin kecil jarak antara eNodeB terhadap MS. Semakin besar bandwidth yang digunakan, semakin kecil jangkauan dari eNodeB terhadap MS.



Gambar 8 Jarak MS ke e-Node-B Frekuensi 700 MHz dengan bandwidth 15 MHz (downlink).



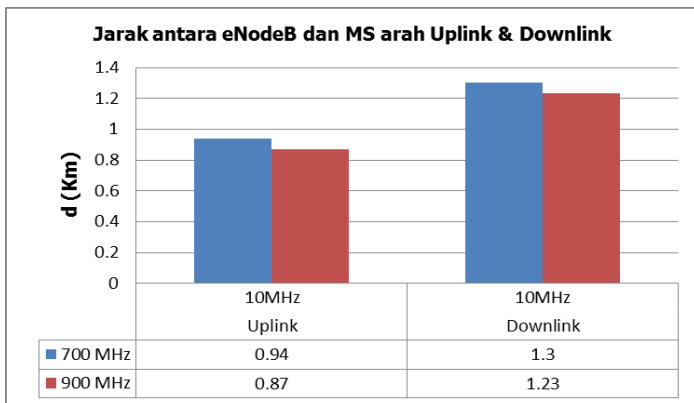
Gambar 9 Jarak MS ke e-Node-B Frekuensi 900 MHz dengan bandwidth 15 MHz (downlink).



Gambar 10 Jarak MS ke eNodeB arah Downlink

Dari Gambar tersebut terlihat bahwa semakin besar frekuensi yang digunakan semakin kecil jarak antara eNodeB terhadap MS. Semakin besar bandwidth yang digunakan, semakin kecil jangkauan dari eNodeB terhadap MS.

Perbandingan jarak eNodeB terhadap Mobile Station (MS) pada arah uplink dan downlink pada bandwidth 10 MHz dapat dilihat pada gambar 11. Pada gambar tersebut menunjukkan bahwa jarak eNodeB pada arah downlink lebih besar dibanding dengan uplink. Hal ini disebabkan karena daya pancar eNodeB pada arah downlink lebih besar dibanding daya pancar Mobile Station pada arah uplink.

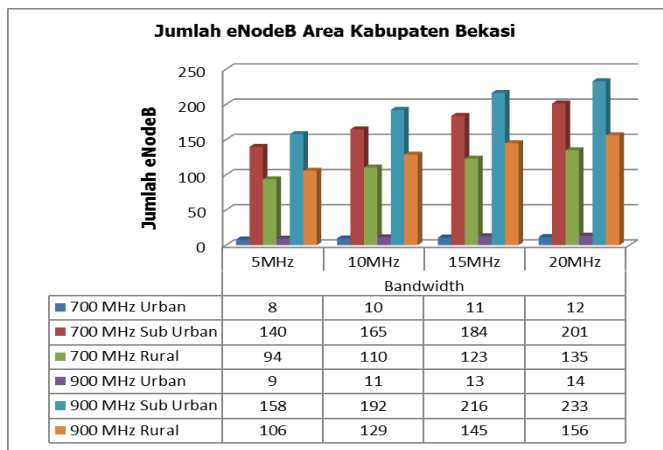


Gambar 11 Perbandingan Jarak antara eNodeB dan MS pada arah Uplink dan Downlink

Berdasarkan hasil perhitungan jarak antara eNodeB dan Mobile Station pada arah uplink dan downlink, diperoleh luas site yang kemudian akan memperoleh jumlah eNodeB.

Setelah diperoleh luas sel, maka dapat diperoleh jumlah eNodeB yang diperlukan. Jumlah eNodeB diperoleh dari persamaan sebagai berikut:

$$\text{Jumlah eNodeB} = \text{Luas Area} / \text{Luas Sel}$$



Gambar 12 Perbandingan Jumlah eNodeB yang dibutuhkan untuk LTE area Kabupaten Bekasi

Jumlah eNodeB yang diperlukan untuk teknologi LTE di Kabupaten Bekasi pada frekuensi 700 MHz dan 900 MHz dapat dilihat pada Gambar di atas. Pada gambar tersebut terlihat bahwa semakin besar frekuensi yang digunakan, semakin besar pula jumlah eNodeB yang diperlukan. Area Kabupaten Bekasi merupakan area dengan luas area Sub Urban

sebesar 58% dari total luas area. Dengan demikian daerah Sub Urban memerlukan jumlah site yang lebih besar dibanding dengan daerah Rural.

Capacity planning dilakukan untuk setiap karakteristik wilayah dan bandwidth yang berbeda-beda. Karakteristik wilayah meliputi wilayah urban, sub urban, dan rural. Sedangkan bandwidth yang digunakan adalah 5 MHz, 10 MHz, 15 MHz dan 20 MHz. Untuk perhitungan dan parameter trafik mengacu pada LTE Radio Network Planning, Huawei yang sudah dijelaskan pada bab 4. Berdasarkan parameter-parameter tersebut, maka diperoleh single user throughput untuk masing-masing tipe ditunjukkan pada tabel berikut:

Tabel 3 Single User Throughput untuk masing-masing tipe

	Urban		Sub Urban		Rural	
	UL (Kbit)	DL (Kbit)	UL (Kbit)	DL (Kbit)	UL (Kbit)	DL (Kbit)
Single User Throughput in Busy Hour (IP) (Kbps)	9.509	36.377	5.542	19.674	1.217	5.705

area

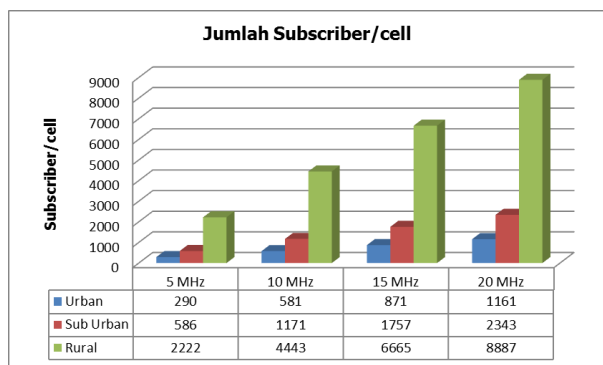
Asumsi perhitungan downlink cell capacity adalah sebagai berikut:

- Jumlah sektor per site = 3
- Spectral efficiency = 1.69 bps/Hz/cell
- Downlink cell average capacity dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4 Downlink cell average capacity (Mbps)

Bandwidth	Urban	Sub Urban	Rural
5 MHz	8.45	8.45	8.45
10 MHz	16.9	16.9	16.9
15 MHz	25.35	25.35	25.35
20 MHz	33.8	33.8	33.8

Berdasarkan hasil perhitungan capacity planning diperoleh jumlah user per cell yang ditunjukkan pada gambar 13. Dari gambar tersebut terlihat bahwa semakin besar bandwidth yang digunakan, semakin besar pula kapasitas user dalam satu sel. Kapasitas user per sel pada daerah Rural lebih besar dibanding dengan Sub Urban karena throughput per user dan Peak to Average Ratio untuk daerah Rural lebih kecil dibanding dengan daerah Sub Urban.



Gambar 13 Jumlah Subscriber dalam satu cell

B. Analisa Data

Jumlah eNodeB yang diperlukan untuk membangun LTE pada area Kabupaten Bekasi pada tahun pertama berdasarkan capacity planning dipengaruhi oleh besarnya bandwidth yang digunakan.

Tabel 5 Jumlah eNodeB berdasarkan Capacity Planning

Bandwidth	Urban	Sub Urban	Rural
5 MHz	61	30	8
10 MHz	31	15	4
15 MHz	20	10	3
20 MHz	15	8	2

Jumlah keseluruhan eNodeB yang dibutuhkan pada penelitian dengan memilih jumlah eNodeB terbesar dari hasil coverage planning maupun capacity planning.

Tabel 6 Jumlah BTS Pada Frekuensi 700 MHz

Bandwidth	Area	Frekuensi 700	
		BTS	Final BTS
15 MHz	Urban	363	670
	Sub Urban	184	
	Rural	123	

Tabel 7 Jumlah BTS Pada Frekuensi 900 MHz

Bandwidth	Area	Frekuensi 900	
		BTS	Final BTS
15 MHz	Urban	363	724
	Sub Urban	216	
	Rural	145	

A. KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil coverage planning menunjukkan bahwa jumlah eNodeB yang dibutuhkan untuk pembangunan LTE pada area Kabupaten Bekasi dengan menggunakan frekuensi 700 MHz pada bandwidth 15 MHz sebanyak 317 buah, sedangkan berdasarkan capacity planning sebanyak 670 buah. Sedangkan pada frekuensi 900 MHz dibutuhkan sebanyak 374 buah berdasarkan coverage planning dan 724 buah berdasarkan capacity planning. Sehingga dapat disimpulkan bahwa investasi yang paling layak yaitu Skenario I. Karena manfaat yang diterima proyek lebih besar dari semua biaya total yang dikeluarkan dalam 8 tahun.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada seluruh Tim Riset Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana yang telah membantu dalam penyelesaian penelitian ini dan juga Tim Editorial Jurnal Teknologi Elektro atas dipublikasikannya penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Setiawan, D. (2013). Studi Kelayakan Akselerasi Implementasi Digital Dividend Di Indonesia. Disertasi Doktor, Universitas Indonesia. 228, no. 12, pp. 2217–2232, 2013.
- [2] Ariyanti, S. (2013). Studi Pemanfaatan Digital Dividend untuk Layanan Long Term Evolution. Buletin Pos Dan Telekomunikasi, Puslitbang SDPPI, 11,281..
- [3] Oxford Dictionaries. (2013). Definition of dividend in English, diakses dari: <http://www.oxforddictionaries.com/definition/english/dividend>
- [4] Asp, I. T. U., Training, C. O. E., & Broadband, W. (2013). Long Term Evolution : Radio Network Planning ITU ASP COE Training on, 1-35.
- [5] Worku, T., Youngnam, H., & Lee D.H. (2015). LTE Technology Deployment Strategy for Mobile Telecom Operators: A Techno-Economic Analysis. 978-1-4799-7498-6/IEEE.
- [6] Yogapratama, A.S., Usman, U.K., & Wibowo, T.A. (2015). Analysis on 900 MHz And 1800 MHz LTE Network Planning in Rural Area. International Conference on Information and Communication Technology, (pp. 135-139). Telkom, Indonesia: Telkom University.
- [7] Talukder, Z.H., Islam, S.S., Mahjabeen, D., Ahmed, A., Rafique, S., & Rashid, M.A. (2013). Cell Coverage Evaluation for LTE and WiMAX in Wireless Communication System. World Applied Sciences Journal 22 (10): 1486-1491.